

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ПО ХИМИИ 2023 – 2024 уч. г.

МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС.

Время выполнения 180 мин. Максимальное кол-во баллов – 100.

**Решение задания 9-1**

1.1. Вещества:

А – медь Cu

Б – дихлорид меди CuCl<sub>2</sub>

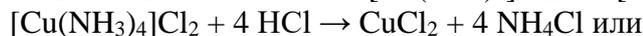
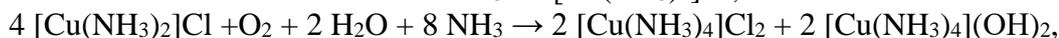
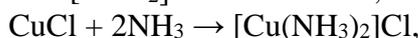
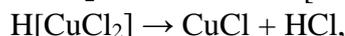
В – дихлорокупрат (I) водорода H[CuCl<sub>2</sub>]

Г – хлорид меди (I) CuCl

Д – хлорид диамминмеди (I) [Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]Cl

Е – хлорид тетраамминмеди (II) [Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]Cl<sub>2</sub>, либо гидроксид тетраамминмеди (II) [Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>](OH)<sub>2</sub>, либо их смесь. Любой из трех вариантов считается правильным.

1.2. Уравнения реакций:



**Решение задания 9-2**

Уравнения реакций:



Таким образом, в результате обработки соляной кислотой, выпаривания и прокаливания была получена смесь безводных хлоридов кальция и натрия.

Пусть  $m$  – масса исходной смеси,  $\omega$  – массовая доля карбоната кальция в ней. Тогда  $\omega m$  – масса карбоната кальция в смеси,  $(1 - \omega)m$  – масса гидрокарбоната натрия в ней.

Используя молярные массы участников реакции, получаем, что масса полученного хлорида кальция составляет  $111\omega m / 100$ , масса хлорида натрия –  $58.5(1 - \omega)m / 84$ . Согласно условию

$$\frac{111\omega m}{100} + \frac{58.5(1 - \omega)m}{84} = m,$$

откуда после деления на массу исходной смеси находим  $\omega = 0.734$ , что соответствует 73.4 % карбоната кальция и 26.6 % гидрокарбоната натрия.

**Решение задания 9-3**

Кинетическое уравнение:

$$v = k [\text{NO}]^2 [\text{O}_2]$$

Константа скорости равна:

$$\begin{aligned} k &= v / ([\text{NO}]^2 [\text{O}_2]) = \\ &= 2.56 \cdot 10^{-5} \text{ моль}/(\text{л} \cdot \text{с}) / ((1.2 \text{ моль}/\text{л})^2 \cdot 0.8 \text{ моль}/\text{л}) = \\ &= 2.222 \cdot 10^{-5} \text{ л}^2/(\text{моль}^2 \cdot \text{с}). \end{aligned}$$

К моменту времени, когда прореагирует половина исходного количества монооксида азота, т.е. 0.6 моль/л, в реакцию вступит 0.3 моль/л кислорода согласно уравнению реакции. В этот момент концентрация монооксида азота составит 0.6 моль/л, а концентрация кислорода – 0.5 моль/л. При прежней константе скорости скорость реакции станет равной

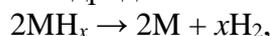
$$\begin{aligned} v &= k [\text{NO}]^2 [\text{O}_2] = 2.222 \cdot 10^{-5} \text{ л}^2/(\text{моль}^2 \cdot \text{с}) \cdot (0.6 \text{ моль}/\text{л})^2 \cdot 0.5 \text{ моль}/\text{л} = \\ &= 4.00 \cdot 10^{-6} \text{ моль}/(\text{л} \cdot \text{с}). \end{aligned}$$

Ответ:  $4.00 \cdot 10^{-6}$  моль/(л · с).

### Решение задания 9-4

4.1. Электроположительной частью бинарного соединения являются атомы металла, который образуется на катоде при восстановлении катионов некоторого элемента. Электроотрицательной частью бинарного соединения должен быть анион, окисляемый до простого вещества – легкого горючего газа. Этот газ – водород, единственное газообразное простое вещество, горящее на воздухе. Химический элемент водород способен образовывать с наиболее активными металлами ионные гидриды, способные расплавляться без разложения, причем такие расплавы проводят электрический ток. Итак, в задаче речи идет о гидриде некоторого металла.

Электролитическое разложение гидрида элемента  $MH_x$  можно описать уравнением



на основании которого получается выражение для атомной массы металла  $M$ .

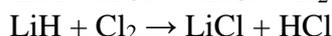
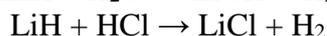
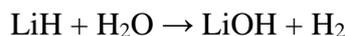
$$\frac{m}{2 \cdot M} = \frac{V}{x \cdot V_m},$$

где  $m$  – масса металла, образовавшегося на катоде при электролизе,  $V$  – объем водорода, выделившегося на аноде,  $V_m$  – молярный объем газа. По условию

$$\frac{1 \text{ г}}{2 \cdot M} = \frac{1.6 \text{ л}}{x \cdot 22.4 \text{ л/моль}}, \quad \frac{M}{x} = \frac{22.4}{1.6 \cdot 2} = 7 \text{ г/моль}.$$

Для ионных гидридов реализуются значения  $x = 1$  (щелочные элементы),  $x = 2$  (щелочноземельные элементы) и  $x = 3$  (редкоземельные элементы). Физический смысл имеет  $x = 1$ , которому соответствует  $M = 7 \text{ г/моль}$ . Вещество  $X$  – гидрид лития  $LiH$ .

4.2. Уравнения реакций:



### Рекомендации по оценке решения

Задание 1	
Написание формул веществ (6 веществ)	6 баллов
Написание названий веществ (6 веществ)	6 баллов
Уравнения реакций (5 уравнений)	15 баллов
<b>Всего</b>	<b>27 баллов</b>
Задание 2	
Уравнения реакций (2 уравнения)	4 балла
Вывод о составе твердого остатка	2 балла
Выражение массы продуктов реакции через состав смеси	8 баллов
Расчет массовых долей компонентов (2 компонента)	6 баллов
<b>Всего</b>	<b>20 баллов</b>
Задание 3	
Кинетическое уравнение	10 баллов
Расчет константы скорости	6 баллов
Расчет текущих концентраций (2 вещества)	8 баллов
Расчет скорости реакции в заданный момент времени	6 баллов
<b>Всего</b>	<b>30 баллов</b>
Задание 4	
За вывод о природе вещества	6 баллов
За вывод о гидриде лития	6 баллов
За доказательство единственности решения	3 балла
За уравнения реакций (4 уравнения)	8 баллов
<b>Всего</b>	<b>23 балла</b>
<b>Максимальная оценка решения</b>	<b>100 баллов</b>